



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 59 688 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:  
**H 01 L 23/14**  
H 01 L 23/04  
H 01 L 23/08  
H 01 L 41/02

②1 Aktenzeichen: 100 59 688.6  
②2 Anmeldetag: 1. 12. 2000  
④3 Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 100 59 688 A 1

③0 Unionspriorität:  
11-343277 02. 12. 1999 JP  
⑦1 Anmelder:  
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP  
⑦4 Vertreter:  
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

⑦2 Erfinder:  
Yoshida, Ryuhei, Nagaokakyo, JP; Amano, Tsuneo,  
Nagaokakyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤4 Substrat für das Packaging eines elektronischen Bauelements und piezoelektrisches Resonanzbauelement unter Verwendung desselben
- ⑤7 Ein Substrat eines Gehäuses für das Packaging eines elektronischen Bauelements umfasst eine mit einem Substrat verbundene leitende Abdeckung, um das elektronische Bauelement abzudecken und einen umschlossenen Raum gut abzudichten. Das Substrat weist eine Substratkörperschicht, auf der Substratkörperschicht angeordnete Elektroden und eine auf der Substratkörperschicht angeordnete Glaskeramiksicht auf, um einen Teil der Elektroden abzudecken.

E 100 59 688 A 1

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen Substrate zur Befestigung von elektronischen Bauelementen und insbesondere ein Substrat eines Gehäuses für die Pakung, das sogenannte Packaging, von elektronischen Chip-Bauelementen. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein piezoelektrisches Resonanzbauelement mit einem derartigen Substrat.

## 2. Beschreibung des Stands der Technik

Im Allgemeinen sind verschiedene piezoelektrische Chip-Resonanzbauelemente mit piezoelektrischen Elementen bekannt. Da der piezoelektrische Schwingungsteil in dem piezoelektrischen Resonator schwingt, muss das Packaging des piezoelektrischen Resonators in einer Weise erfolgen, die die Schwingung nicht ver- oder behindert.

Fig. 6 ist eine Zusammenbauansicht, die ein Beispiel eines herkömmlichen piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelements zeigt.

Dieses piezoelektrische Chip-Resonanzbauelement umfasst ein aus einer isolierenden Keramik, beispielsweise Aluminiumoxid, hergestelltes Substrat 51. Auf der oberen Fläche des Substrats 51 sind Elektroden 52 bis 54 zur Verwirklichung von elektrischen Außenanschlüssen vorgesehen. Auf der oberen Fläche des Substrats 51 ist ferner eine isolierende Glasschicht 55 in Form eines rechteckigen Rahmens angeordnet.

Auf dem Substrat 51 ist ein Kondensator 57 mittels eines leitenden Klebstoffs 56 angebracht. An dem Kondensator 57 ist ein piezoelektrischer Resonator 58, der in einem Dickenschermodus schwingt, durch (nicht abgebildete) leitende Klebstoffe angebracht.

Eine Metallabdeckung 59 ist an der oberen Fläche des Substrats 51 durch Verwendung eines Klebstoffs 60 so angebracht, dass sie den Schichtaufbau mit dem Kondensator 57 und dem piezoelektrischen Resonator 58 bedeckt.

Die isolierende Glasschicht 55 in Form eines Rechteckrahmens verhindert einen Kurzschluss zwischen der Metallabdeckung 59 und den Elektroden 52 bis 54.

Fig. 7 ist eine Zusammenbauansicht, die ein weiteres Beispiel eines herkömmlichen piezoelektrischen Resonanzbauelements zeigt. Dieses piezoelektrische Resonanzbauelement umfasst ein Substrat 61 mit einem dielektrischen Körper. Das Substrat 61 mit dem dielektrischen Körper besitzt drei Kondensatorelektroden, die einen Dreiklemmen-Kondensator bilden. Die Elektroden 62 und 63 sind auf der oberen Fläche des Substrats 61 vorgesehen und eine Elektrode 64 ist auf der Seitenfläche des Substrats 61 angeordnet. Der Dreiklemmen-Kondensator wird durch die Elektroden 62 bis 64 ausgebildet.

Auf der oberen Fläche des Substrats 61 ist ein piezoelektrischer Resonator 66, der in einem Dickenschermodus schwingt, durch einen leitenden Klebstoff 65 befestigt. Eine Metallabdeckung 67 ist an der oberen Fläche des Basissubstrats 61 so aufgeklebt, dass sie den piezoelektrischen Resonator 66 abdeckt. In diesem Beispiel ist ein Isolator 69 vorab an der Metallabdeckung 67 angebracht worden, um einen Kurzschluss zwischen der Metallabdeckung 67 und den Elektroden 62 und 63 zuverlässig zu verhindern. Nach dem Härten wird die Metallabdeckung 67 mittels eines isolierenden Klebstoffs 68 mit dem Substrat 61 verbunden.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, muss bei Verbin-

den der Substrate 51 und 61 jeweils mit den Metallabdeckungen 59 und 67 ein sehr schwieriger und mühevoller Prozess zur Gewährleistung der Isolierung zwischen der Metallabdeckung 59 und den auf dem Substrat 51 vorgesehenen Elektroden 52 bis 54 und zur Gewährleistung der Isolierung zwischen der Metallabdeckung 67 und dem auf dem Substrat 61 vorgesehenen Elektroden 62 und 63 in den Herstellungsvorgang der herkömmlichen piezoelektrischen Resonanzbauelemente integriert werden.

Bezüglich des in Fig. 6 gezeigten piezoelektrischen Resonanzbauelements wird bei Bildung der Elektroden 52 bis 54 durch Aufbringen und Wärmebehandeln einer leitenden Paste nach dem Wärmebehandeln des aus Aluminiumoxid hergestellten Substrats 51 der Wärmebehandlungsprozess wiederholt, um die leitende Paste zu wärmebehandeln, und um ferner die isolierende Glasschicht 55 oben darauf auszubilden, muss das isolierende Glas darauf aufgebracht und erneut wärmebehandelt werden. Aufgrund dieser äußerst mühsamen Schritte sind die Kosten herkömmlicher piezoelektrischer Resonanzbauelemente sehr hoch.

Bei dem in Fig. 7 gezeigten piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelement wird ein isolierendes Harz 69 auf der Metallabdeckung 67 vorab aufgetragen und darauf gehärtet. Da jedoch die Metallabdeckung 67 normalerweise durch Tiefziehen einer Metallplatte gebildet wird, ist die Flachheit an der Öffnungskante derselben nicht befriedigend. Daher wird es äußerst schwierig, das isolierende Harz 69 an der Öffnungskante der Metallabdeckung 67 gleichmäßig aufzubringen. Ferner wird es schwierig, eine Abdichtung zwischen dem Substrat 61 und der Metallabdeckung 67 zu erhalten.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung hervorgeht, ist es bei der Herstellung der piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelemente unter Verwendung von Metallabdeckungen notwendig, die Schritte der Ausbildung der isolierenden Glasschicht 55 auf dem Substrat 51 und des Aufbringens des isolierenden Harzes 69 durchzuführen.

## ZUSAMMENFASSENDE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Um die oben beschriebenen Probleme zu überwinden, sehen bevorzugte Ausführungen der vorliegenden Erfindung ein Substrat, auf dem elektrische Bauelemente angebracht sind, sowie ein piezoelektrisches Chip-Resonanzbauelement mit einem derartigen Substrat vor.

Das Substrat gemäß bevorzugten Ausführungen der vorliegenden Erfindung sieht einen vereinfachten Aufbau zur Verhinderung eines Kurzschlusses zwischen der Metallabdeckung und den Elektroden auf dem Substrat vor, erleichtert die Befestigung der Metallabdeckung auf dem Substrat und verbessert die Abdichtung des von dem Substrat und der Metallabdeckung umschlossenen Raums erheblich.

Ein Substrat gemäß einer bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung umfasst eine Substratkörperschicht, eine Vielzahl von auf der Substratkörperschicht angeordneten Elektroden und eine erste Glaskeramikschiicht, die so angeordnet ist, dass sie einen Teil der auf der Substratkörperschicht angeordneten Elektrode bedeckt.

Vorzugsweise umfasst das Substrat weiterhin eine auf der unteren Fläche der Substratkörperschicht angeordnete zweite Glaskeramikschiicht.

Die ersten und zweiten Glaskeramikschiichten können entweder kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Celsianglas, ein Verbundmaterial aus keramischem Pulver und einem der obigen kristallisierten Glasmaterialien oder ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem nicht kristallisierten Glas enthalten.

Ein piezoelektrisches Resonanzbauelement nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung umfasst das Substrat der oben beschriebenen bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung, einen an dem Substrat angebrachten piezoelektrischen Resonator und eine an der ersten Glaskeramikschi-  
 5 chicht des Substrats angebrachte leitende Abdeckung, so dass sie den piezoelektrischen Resonator abdeckt.

Vorzugsweise umfasst die Substratkörperschi-  
 10 chicht des Substrats einen dielektrischen Körper und eine Vielzahl von Kondensatorelektroden, die so angeordnet sind, dass sie einen Kondensator in der Substratkörperschi-  
 15 chicht ausbilden.

Vorzugsweise weist die auf der oberen Fläche des Substrats angeordnete erste Glaskeramikschi-  
 20 chicht eine im Wesentlichen rechteckrahmenförmige Konfiguration auf.

Vorzugsweise ist das piezoelektrische Resonanzbauelement ein piezoelektrischer Oszillator.

Da die erste Glaskeramikschi-  
 25 chicht so auf dem Substrathauptkörper angeordnet ist, dass sie einen Teil der Elektroden abdeckt, wenn die Substratkörperschi-  
 30 chicht eine dielektrische Keramik oder eine isolierende Keramik umfasst, können die Substratkörperschi-  
 35 chicht und die Glaskeramikschi-  
 40 chicht gleichzeitig wärmebehandelt werden, wodurch die Herstellungskosten des Substrats gesenkt werden.

Da die obere Fläche der Glaskeramikschi-  
 45 chicht eine ausgezeichnete Flachheit aufweist, wenn die Metallabdeckung darauf aufgebracht wird, wird ferner der durch die Metallabdeckung und das Substrat umschlossene Raum gut abgedichtet.

Wenn die zweite Glaskeramikschi-  
 50 chicht auf der unteren Fläche der Substratkörperschi-  
 55 chicht aufgebracht wird, wird die mechanische Festigkeit des Substrats durch die zweite Glaskeramikschi-  
 60 chicht stark verbessert. Somit wird die Zuverlässigkeit der elektronischen Bauelemente unter Verwendung der Substrate verschiedener bevorzugten Ausführungen der vorliegenden Erfindung stark verbessert.

Wenn kristallisiertes Anorthitglas oder kristallisiertes Forsteritglas in der ersten oder zweiten Glaskeramikschi-  
 65 chicht oder in beiden verwendet wird, weisen diese kristallisierten Glasmaterialien niedrigere Wärmeausdehnungskoeffizienten als Aluminiumoxid auf. Somit ist bei Anbringen der Metallabdeckung hierauf die Differenz des Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen der Metallabdeckung und dem Substrat klein und es lässt sich ein elektronisches Bauelement mit ausgezeichneten Wärmespannungseigenschaften erhalten.

Bei dem piezoelektrischen Resonanzbauelement nach einer bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung wird ein piezoelektrischer Resonator auf dem Substrat ange-  
 70 bracht und die leitende Abdeckung wird mit der Glaskeramikschi-  
 75 chicht des Substrats verbunden, um den piezoelektrischen Resonator abzudecken. Dadurch kann die leitende Abdeckung durch Verwendung eines isolierenden Klebstoffs oder eines anderen geeigneten Materials fest mit dem Substrat verbunden werden, und das Substrat wird wie vor-  
 80 stehend beschrieben bei geringeren Kosten gefertigt und weist eine ausgezeichnete mechanische Festigkeit auf. Der von dem Substrat und der leitenden Abdeckung umschlossene Raum kann gut abgedichtet werden und es lässt sich ein höchst zuverlässiges piezoelektrisches Resonanzbauelement erhalten.

Bei dem piezoelektrischen Resonanzbauelement der bevorzugten Ausführungen der vorliegenden Erfindung ist der Kondensator in der Substratkörperschi-  
 85 chicht enthalten, wenn die Substratkörperschi-  
 90 chicht des Substrats aus einem dielektrischen Körper gefertigt ist und mindestens ein Paar Kondensatorelektroden zur Bildung eines Kondensators auf der Substratkörperschi-  
 95 chicht angeordnet sind. Dadurch kann ein

eingebautes piezoelektrisches Kondensator-Resonanzbauelement erzeugt werden.

Wenn die auf der oberen Fläche des Substrats vorgesehene erste Glaskeramikschi-  
 100 chicht eine Konfiguration mit einer im Wesentlichen rechteckigen Rahmenform aufweist, kann durch Ausrichten und Verbinden der im Wesentlichen rechteckrahmenförmigen ersten Glaskeramikschi-  
 105 chicht und der Öffnungskante der leitenden Abdeckung der piezoelektrische Resonator in dem von der ersten Glaskeramikschi-  
 110 chicht umschlossenen Raum befestigt werden. Dadurch lässt sich ein piezoelektrisches Resonanzbauelement mit ausgezeichneten Abdichtungseigenschaften erhalten.

Andere Merkmale, Elemente, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen aus der folgenden eingehenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungen unter Bezug auf die Begleitzeichnungen hervor.

### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig. 1** ist eine Zusammenbauansicht eines piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelements gemäß der ersten bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2** ist eine Zusammenbauansicht eines in der in **Fig. 1** gezeigten bevorzugten Ausführung enthaltenen Substrats;

**Fig. 3A** ist eine Draufsicht, die die auf der oberen Fläche einer Substratkörperschi-  
 115 chicht angeordneten Kondensatorelektroden zeigt;

**Fig. 3B** ist eine Bodenansicht, die eine auf der unteren Fläche der Substratkörperschi-  
 120 chicht angeordnete Kondensatorelektrode zeigt;

**Fig. 4** ist eine perspektivische Ansicht eines Substrats nach einer zweiten bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 5** ist eine Zusammenbauansicht des in der in **Fig. 4** gezeigten zweiten bevorzugten Ausführung enthaltenen Substrats;

**Fig. 6** ist eine Zusammenbauansicht eines Beispiels eines herkömmlichen piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelements und

**Fig. 7** ist eine Zusammenbauansicht eines weiteren Beispiels eines herkömmlichen piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelements.

### EINGEHENDE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGEN

Nun werden bevorzugte Ausführungen der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

**Fig. 1** ist eine Zusammenbauansicht eines piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelements nach einer ersten bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung.

Das piezoelektrische Chip-Resonanzbauelement dieser bevorzugten Ausführung verwendet ein Substrat **1** mit einer im Wesentlichen rechteckigen Form. Das Substrat **1** wird vorzugsweise durch Laminieren einer ersten Glaskeramikschi-  
 125 chicht **3** auf der oberen Fläche einer Substratkörperschi-  
 130 chicht **2** und durch Laminieren einer zweiten Glaskeramikschi-  
 135 chicht **4** auf der unteren Fläche der Substratkörperschi-  
 140 chicht **2** gefertigt. Eine das Substrat **1** veranschaulichende Zusammenbauansicht wird in **Fig. 2** gezeigt.

Die Substratkörperschi-  
 145 chicht **2** ist aus einer dielektrischen Keramik, beispielsweise Bariumtitanat-Keramik, gefertigt. Die Substratkörperschi-  
 150 chicht **2** ist vorzugsweise dünner als die zweite Glaskeramikschi-  
 155 chicht **4**.

Wie in der Draufsicht und der Bodenansicht von **Fig. 3A** und **3B** gezeigt, sind die Kondensatorelektroden **5** und **6** auf der oberen Fläche der Substratkörperschi-  
 160 chicht **2** angeordnet. Eine Kondensatorelektrode **7** ist auf der unteren Fläche der

Substratkörperschicht 2 angeordnet. Die Kondensatorelektroden 5 und 6 sind über der Kondensatorelektrode 7 mit einer Substratkörperschicht 2 dazwischen ausgerichtet und bilden so zwei Kondensatoren aus.

Die Kondensatorelektrode 7 erstreckt sich zu dem in etwa mittleren Teil der Kante, an der sich eine Seite 2a und eine untere Fläche 2b der Substratkörperschicht 2 treffen.

Die Kondensatorelektroden 5 und 6 sind so angeordnet, dass sie sich über die Breite einer oberen Fläche 2c der Substratkörperschicht 2 in der Breitenrichtung erstrecken.

Die erste Glaskeramikschiicht 3 weist vorzugsweise eine Konfiguration mit einer im Wesentlichen rechteckigen Rahmenform auf und weist etwa in ihrer Mittel eine im Wesentlichen rechteckige Öffnung 3a auf. Wie in Fig. 1 gezeigt ist ein Teil der Kondensatorelektroden 5 und 6 durch die Glaskeramikschiicht 3 abgedeckt und der verbleibende Teil liegt an der oberen Fläche frei, wenn die Glaskeramikschiicht 3 auf der Substratkörperschicht 2 laminiert ist.

Die zweite Glaskeramikschiicht 4 weist vorzugsweise eine Konfiguration mit einer im Wesentlichen rechteckigen Plattenform auf und ist wie vorstehend beschrieben vorzugsweise dicker als die Substratkörperschicht 2.

Die Glaskeramikschiichten 3 und 4 können beispielsweise entweder kristallisiertes Glas, ein Verbundmaterial aus keramischen Pulvern und einem nicht kristallisierten Glas oder ein Verbundmaterial aus keramischen Pulvern und kristallisiertem Glas enthalten. Als kristallisiertes Glas können insbesondere kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas, kristallisiertes Celsianglas oder ein anderes geeignetes Material verwendet werden. Bei dem Verbundmaterial aus keramischem Pulver und nicht kristallisiertem Glas kann nicht kristallisiertes  $\text{SiO}_2$ - $\text{MgO}$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{CaO}$ -,  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{BaO}$ - oder  $\text{SiO}_2$ - $\text{CaO}$ -Glas verwendet werden und als keramisches Pulver kann  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{BaTiO}_3$ -,  $\text{ZrO}_2$ -,  $\text{TiO}_2$ -Keramikpulver oder ein anderes geeignetes Material verwendet werden.

Die oben beschriebenen Glaskeramikschiichten können bei einer niedrigen Temperatur wärmebehandelt werden, beispielsweise bei einer Temperatur von etwa 800°C bis 1.000°C. Dadurch können die Glaskeramikschiichten und die dielektrische Keramik, die die Substratkörperschicht 2 bildet, gleichzeitig wärmebehandelt werden. Da die Wärmebehandlungstemperatur niedrig ist, kann in den Elektroden 5 bis 7 Ag verwendet werden. An Stelle teurer Metalle, wie Pd und Ag-Pd, kann mit anderen Worten kostengünstiges Ag verwendet werden.

Da die Glaskeramikschiichten 3 und 4 und die dielektrische Keramik gleichzeitig wärmebehandelt werden können, kann das Substrat 1 durch Drucken einer Ag-Paste in einer der Form der Elektroden 5 bis 7 entsprechenden Form auf beiden Seiten eines Halbzeugkörpers bestehend aus einer nicht wärmebehandelten dielektrischen Keramikplatte, durch Laminieren der nicht wärmebehandelten Glaskeramikschiichten 3 und 4, so dass diese Schichten bilden, und gleichzeitiges Wärmebehandeln des Schichtkörpers hergestellt werden. Dadurch lässt sich das Substrat 1 durch Verwendung der Schicht- und Wärmebehandlungsverfahren mühelos erhalten.

In dieser bevorzugten Ausführung können die Elektroden 5 und 6 mit Ni oder Au beschichtet werden.

Unter erneutem Bezug auf Fig. 1 wird ein piezoelektrischer Resonator 10 der Energiefallenart, an dem ein Dickenschersmodus angelegt wird, vorzugsweise durch die leitenden Klebstoffe 8 und 9 an dem Substrat 1 befestigt.

Der piezoelektrische Resonator 10 umfasst eine piezoelektrische Platte 11, die vorzugsweise aus einer piezoelektrischen Keramik, die in der durch Pfeil P in Fig. 1 angezeig-

ten Richtung polarisiert ist, hergestellt ist, eine an der oberen Fläche der piezoelektrischen Platte 11 angeordnete Resonanzelektrode 12 und eine an der unteren Fläche der piezoelektrischen Platte 11 angeordnete Resonanzelektrode 13. Die Resonanzelektrode 12 ist mit einer an der unteren Fläche der piezoelektrischen Platte 11 ausgebildeten Verbindungselektrode 12a elektrisch verbunden.

Die Resonanzelektrode 13 und die Verbindungselektrode 12a sind mit den Kondensatorelektroden 5 und 6 mittels der leitenden Klebstoffe 8 bzw. 9 elektrisch verbunden.

Die Metallabdeckung 18 ist als leitende Abdeckung mit dem Substrat 1 unter Verwendung eines isolierenden Klebstoffs verbunden. Die Metallabdeckung 18 weist eine Öffnung auf, die nach unten gerichtet ist, und besteht aus einem Metall, beispielsweise Aluminium. Da die Metallabdeckung 18 normalerweise durch Tiefziehen gebildet wird, besitzt die Metallabdeckung 18 keine ausreichende Flachheit an der Randfläche der Öffnung, d. h. an der Randfläche, die nach unten gerichtet ist. Zu beachten ist, dass die Metallabdeckung 18 aus einem Material gefertigt sein kann, bei dem die Fläche eines isolierenden Materials mit einer leitenden Schicht beschichtet ist. Durch die oben beschriebenen Schritte kann ein piezoelektrischer Oszillator mit eingebautem Kondensator als piezoelektrisches Chip-Resonanzbauelement konfiguriert werden.

Da die Glaskeramikschiicht 3 durch den oben beschriebenen Wärmebehandlungsvorgang hergestellt wird, ist ihre Fläche hinreichend flach. Daher kann die Randfläche der Öffnung der Metallabdeckung 18 durch Verwenden eines isolierenden Klebstoffs fest mit der oberen Fläche der Glaskeramikschiicht 3 verbunden werden und der durch die Metallabdeckung 18 und das Substrat 1 umschlossene Raum kann gut abgedichtet werden.

Das Verbinden der Metallabdeckung 18 mit der Glaskeramikschiicht 3 kann durch Bilden einer Metallschicht auf der Fläche der Glaskeramikschiicht 3 und Nahtschweißen der Metallschicht zur Metallabdeckung 18 erfolgen.

Da die Glaskeramikschiicht 3 und die Substratkörperschicht 2 bei dem piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelement dieser bevorzugten Ausführung bei einer niedrigen Temperatur wärmebehandelt werden, werden die Herstellungskosten für das Substrat 1 stark gesenkt. Da die Metallabdeckung 18 mit der Glaskeramikschiicht 3 in Form einer im Wesentlichen rechteckigen Platte verbunden wird, kann zudem eine billige und dünne Metallabdeckung als Metallabdeckung 18 verwendet werden. Ferner ist der Isolierungsprozess für das Aufbringen von isolierenden Harzen auf die Metallabdeckung 18 nicht länger notwendig.

Wenn kristallisiertes Anorthitglas oder kristallisiertes Forsteritglas in den Glaskeramikschiichten 3 und 4 verwendet wird, liegt deren Wärmeausdehnungskoeffizient bei etwa 4 ppm/°C bis etwa 5 ppm/°C, einem Wert, der niedriger als bei Aluminiumoxid mit etwa 7 ppm/°C ist. Demgemäß wird die Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen der Metallabdeckung und dem Substrat verringert und die auf den piezoelektrischen Resonator ausgeübte Wärmespannung minimiert. Die Eigenschaften der piezoelektrischen Resonanzbauelemente werden weniger variabel und ihre Zuverlässigkeit wird stark verbessert.

Zu beachten ist, dass in dem Substrat 1 der ersten bevorzugten Ausführung die zweite Glaskeramikschiicht 4 ein Substratmaterial enthalten kann, beispielsweise Aluminiumoxidpulver, das als hemmende Schicht dient, die während des Wärmebehandelns ein Schrumpfen der Substratkörperschicht in horizontaler Richtung hemmt.

Auf der Seitenfläche des Substrats 1 sind Außenelektroden 14 bis 16 vorgesehen. Die Außenelektroden 14 und 16 sind mit den Kondensatorelektroden 5 bzw. 6 jeweils elek-

trisch verbunden und die Außenelektrode 15 ist mit der Kondensatorelektrode 7 elektrisch verbunden.

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht, die ein in einer zweiten bevorzugten Ausführung der vorliegenden Erfindung enthaltenes Substrat zeigt. Das Substrat 21 ist vorzugsweise ähnlich dem in Fig. 1 gezeigten Substrat 1, mit der Ausnahme, dass das Substrat 21 an seiner unteren Fläche keine zweite Glaskeramikschrift aufweist. Das Substrat 21 besitzt eine Substratkörperschicht 2 und eine Glaskeramikschrift 3, die auf der oberen Fläche der Substratkörperschicht 2 geschichtet sind. Da keine zweite Glaskeramikschrift verwendet wird, ist die aus einer dielektrischen Keramik hergestellte Substratkörperschicht 2 dicker.

Selbst bei Verwendung des Substrats 21 der zweiten bevorzugten Ausführung können die Glaskeramikschrift 3 und die Substratkörperschicht 2 wie in der ersten bevorzugten Ausführung gleichzeitig wärmebehandelt werden und die Herstellungskosten des Substrats 21 werden stark gesenkt. Da die obere Fläche der Glaskeramikschrift 3 eine ausreichende Flachheit aufweist, kann die Metallabdeckung durch Verwendung eines isolierenden Klebstoffs fest an der oberen Fläche der Glaskeramikschrift 3 angebracht werden und der umschlossene Raum erhält eine ausgezeichnete Abdichtungswirkung.

Da die Außenelektroden 14 bis 16 an der Seite der Substratkörperschicht 2 angeordnet sind, kann das Substrat 21 ferner an der Fläche einer Leiterplatte angebracht werden.

Zu beachten ist, dass zwar jede der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungen eine Substratkörperschicht 2, die vorzugsweise aus einer dielektrischen Keramik gefertigt ist, und einen Kondensator mit den Kondensatorelektroden 5 bis 7 aufweist, es jedoch nicht unbedingt erforderlich ist, den Kondensator bei dem piezoelektrischen Chip-Resonanzbauelement der vorliegenden Erfindung an der Substratkörperschicht 2 auszubilden. Wenn kein Kondensator vorgesehen wird, kann eine isolierende Keramik mit einer niedrigen dielektrischen Konstante an Stelle einer dielektrischen Keramik in der Substratkörperschicht 2 enthalten sein.

Durch Verwenden der Substrate der ersten und zweiten bevorzugten Ausführungen, d. h. von Substraten, die einen eingebauten Kondensator aufweisen, kann aber ein eingebauter piezoelektrischer Belastungskapazität-Oszillator mit einem piezoelektrischen Resonator und ein mit dem piezoelektrischen Resonator elektrisch verbundener Kondensator als piezoelektrisches Einchip-Resonanzbauelement erzeugt werden.

Zwar wurde die Erfindung unter Bezug auf ihre bevorzugten Ausführungen beschrieben, doch sind viele Abänderungen und Anwendungen der vorliegenden Erfindung im Licht der obigen Lehre möglich. Es versteht sich daher, dass die Erfindung innerhalb des Schutzzumfangs der beigefügten Ansprüche anders als ausdrücklich beschrieben umgesetzt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Substrat für das Packaging eines elektronischen Bauelements, welches Folgendes umfasst:
  - eine Substratkörperschicht;
  - eine Vielzahl von auf der Substratkörperschicht angeordneten Elektroden und
  - eine so angeordnete erste Glaskeramikschrift, dass diese einen Teil der auf der Substratkörperschicht vorgesehenen Elektrode abdeckt.
2. Substrat nach Anspruch 1, welches weiterhin eine auf der unteren Fläche der Substratkörperschicht angeordnete zweite Glaskeramikschrift umfasst.

3. Substrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Glaskeramikschrift entweder ein kristallisiertes Anorthitglas, ein kristallisiertes Forsteritglas, ein kristallisiertes Cordieritglas oder ein kristallisiertes Celsianglas, ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem der folgenden Glasmaterialien: kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas und kristallisiertes Celsianglas oder ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem nicht kristallisierten Glas umfasst.

4. Substrat nach Anspruch 2, kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas und kristallisiertes Celsianglas, ein Verbundmaterial aus keramischem Pulver und einem der folgenden Glasmaterialien: kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas und kristallisiertes Celsianglas und ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem nicht kristallisierten Glas.

5. Substrat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Glaskeramikschrift weiterhin ein Aluminiumoxidpulver umfasst.

6. Substrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratkörperschicht aus einer dielektrischen Keramik gefertigt ist.

7. Substrat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratkörperschicht dünner als die zweite Glaskeramikschrift ist.

8. Substrat nach Anspruch 1, welche weiterhin auf der oberen Fläche der Substratkörperschicht angeordnete Kondensatorelektroden umfasst.

9. Substrat nach Anspruch 8, welches weiterhin eine auf der unteren Fläche der Substratkörperschicht angeordnete Kondensatorelektrode umfasst.

10. Substrat nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der oberen Fläche der Substratkörperschicht angeordneten Kondensatorelektroden über der auf der unteren Fläche der Substratkörperschicht angeordneten Kondensatorelektrode ausgerichtet sind, so dass zwei Kondensatoren ausgebildet werden.

11. Substrat nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der oberen Fläche der Substratkörperschicht angeordneten Kondensatorelektroden so angeordnet sind, dass sie sich über die Breite einer oberen Fläche der Substratkörperschicht in Breitenrichtung erstrecken.

12. Piezoelektrisches Resonanzbauelement, welches Folgendes umfasst:

- eine Substratkörperschicht;
- eine Vielzahl von auf der Substratkörperschicht angeordneten Elektroden und
- eine so angeordnete erste Glaskeramikschrift, dass diese einen Teil der auf der Substratkörperschicht vorgesehenen Elektrode abdeckt;
- einen auf dem Substrat angebrachten piezoelektrischen Resonator und
- eine leitende Abdeckung, die mit der ersten Glaskeramikschrift des Substrats verbunden ist, so dass sie den piezoelektrischen Resonator umgibt.

13. Piezoelektrisches Resonanzbauelement nach Anspruch 12, welches weiterhin eine auf der unteren Fläche der Substratkörperschicht angeordnete zweite Glaskeramikschrift umfasst.

14. Piezoelektrisches Resonanzbauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Glaskeramikschrift entweder ein kristallisiertes Anorthitglas, ein kristallisiertes Forsteritglas, ein kristallisiertes Cordieritglas oder ein kristallisiertes Celsianglas, ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem der folgenden Glasmaterialien: kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas und kristallisiertes Celsianglas oder ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem nicht kristallisierten Glas umfasst.

hitglas, ein kristallisiertes Forsteritglas, ein kristallisiertes Cordieritglas oder ein kristallisiertes Celsianglas, ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem der folgenden Glasmaterialien: kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas und kristallisiertes Celsianglas oder ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem nicht kristallisierten Glas umfasst.

15. Piezoelektrisches Resonanzbauelement nach Anspruch 13, kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas und kristallisiertes Celsianglas, ein Verbundmaterial aus keramischem Pulver und einem der folgenden Glasmaterialien: kristallisiertes Anorthitglas, kristallisiertes Forsteritglas, kristallisiertes Cordieritglas und kristallisiertes Celsianglas und ein Verbundmaterial aus einem keramischen Pulver und einem nicht kristallisierten Glas.

16. Piezoelektrisches Resonanzbauelement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Glaskeramikschiicht weiterhin ein Aluminiumoxidpulver umfasst.

17. Piezoelektrisches Resonanzbauelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratkörperschiicht einen dielektrischen Körper umfasst und die Vielzahl der auf der Substratkörperschiicht angeordneten Elektroden einen Kondensator bildet.

18. Piezoelektrisches Resonanzbauelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Glaskeramikschiicht eine Konfiguration mit einer im Wesentlichen rechteckigen Rahmenform aufweist.

19. Piezoelektrisches Resonanzbauelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das piezoelektrische Resonanzbauelement ein piezoelektrischer Oszillator ist.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

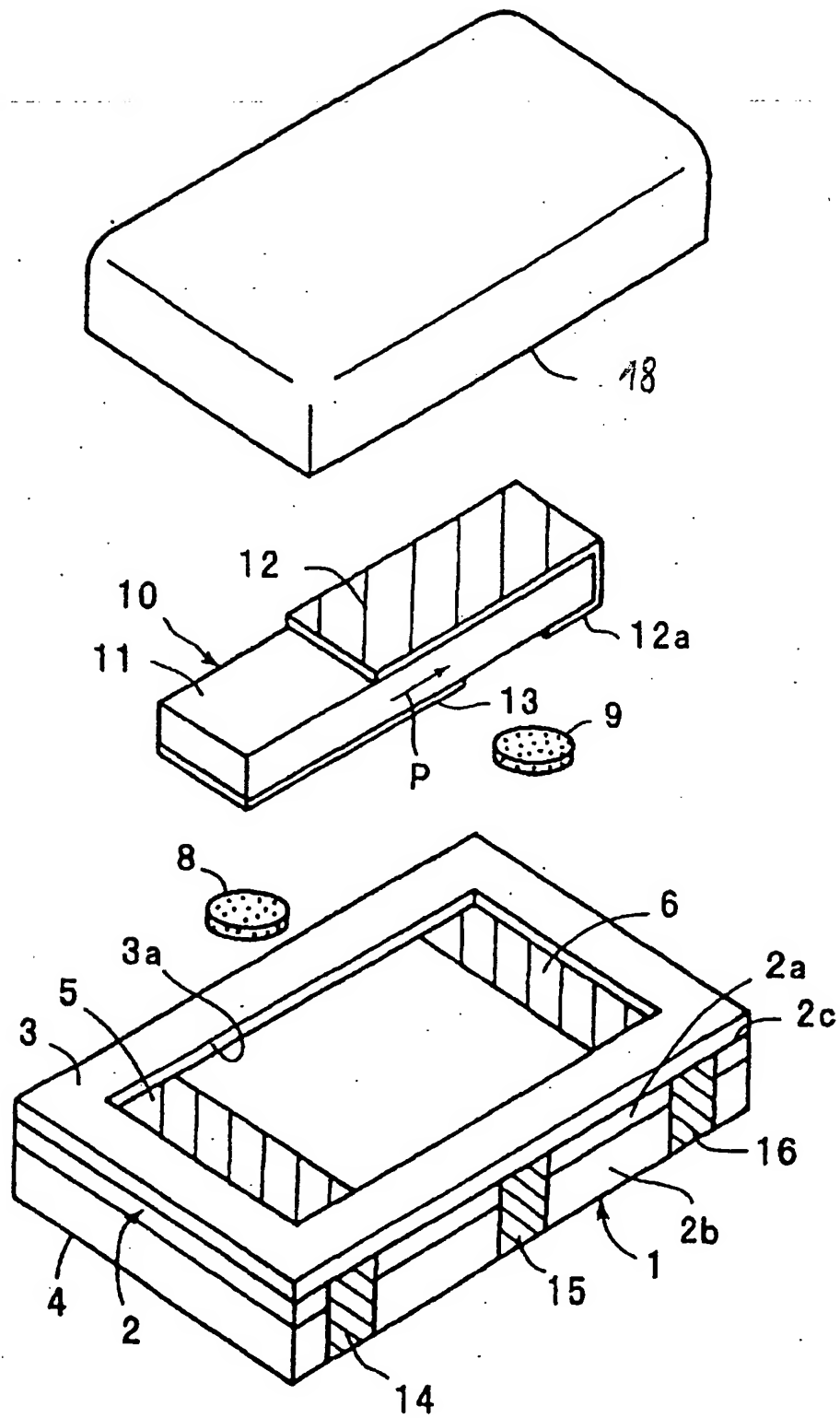




Fig. 2

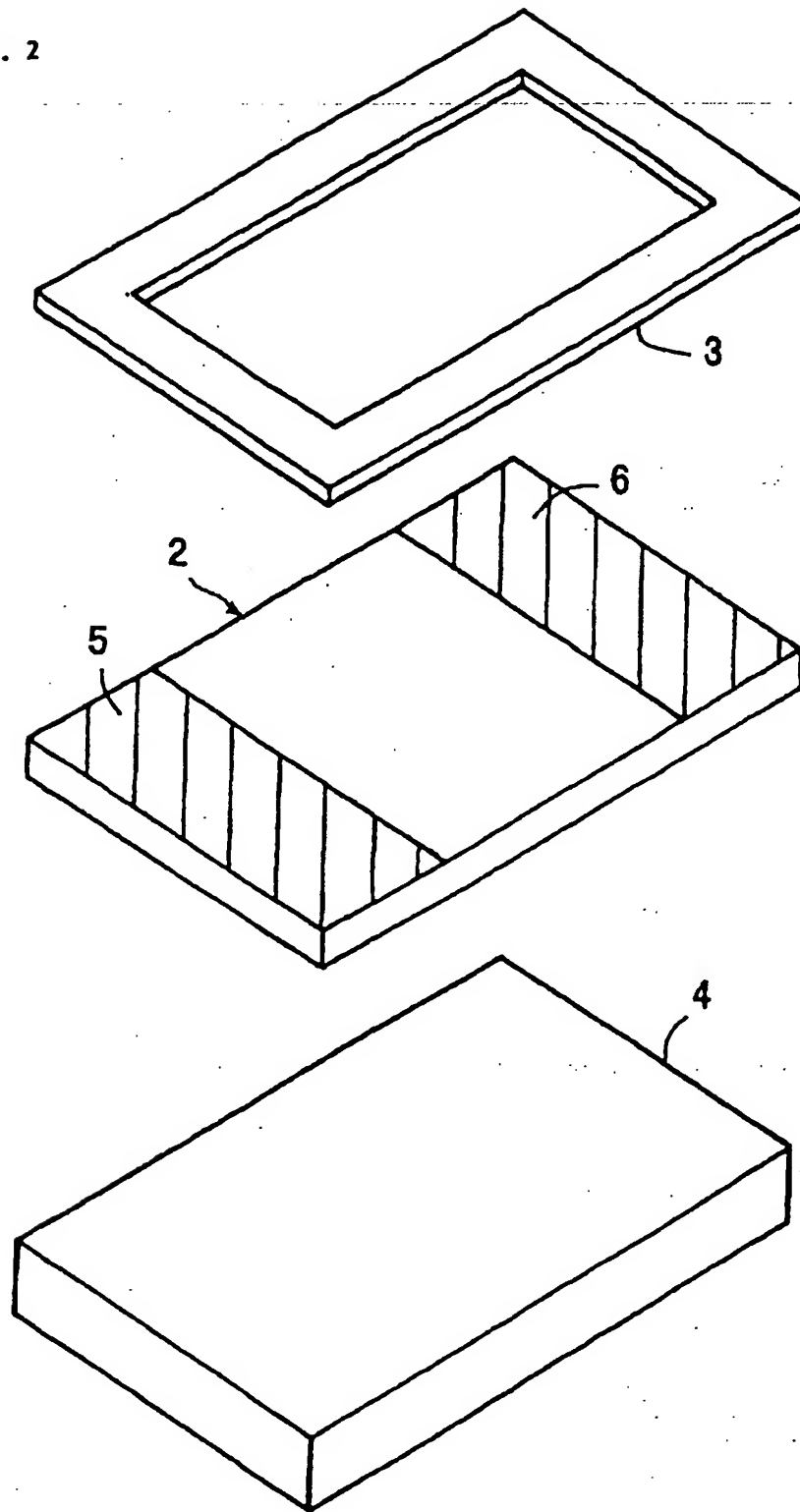


Fig. 3 A

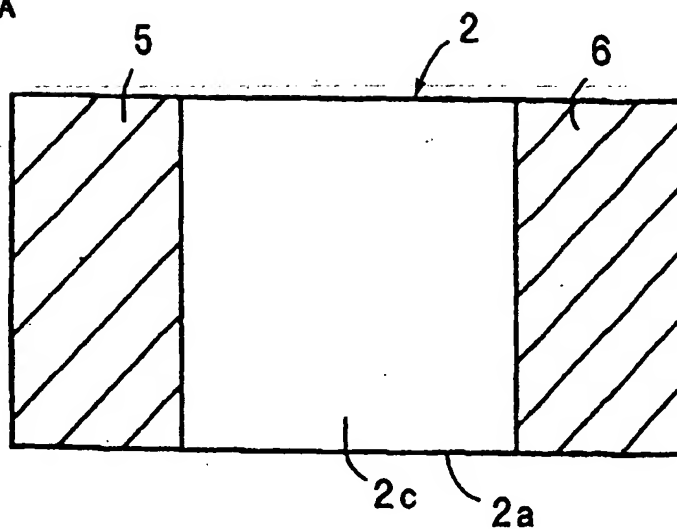


Fig. 3 B

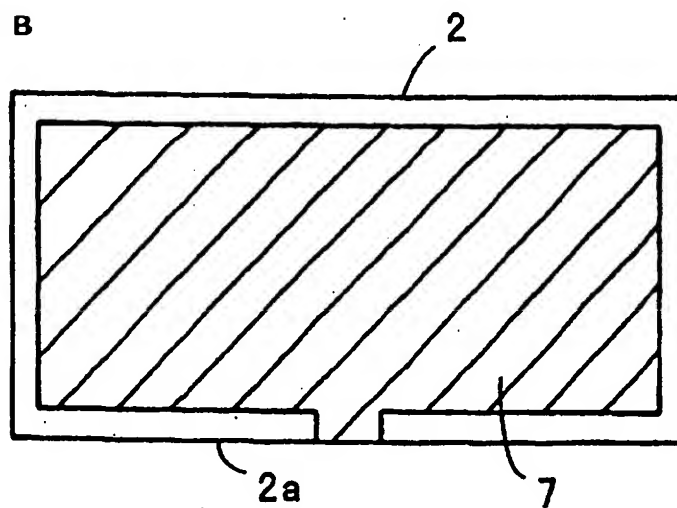


Fig. 4

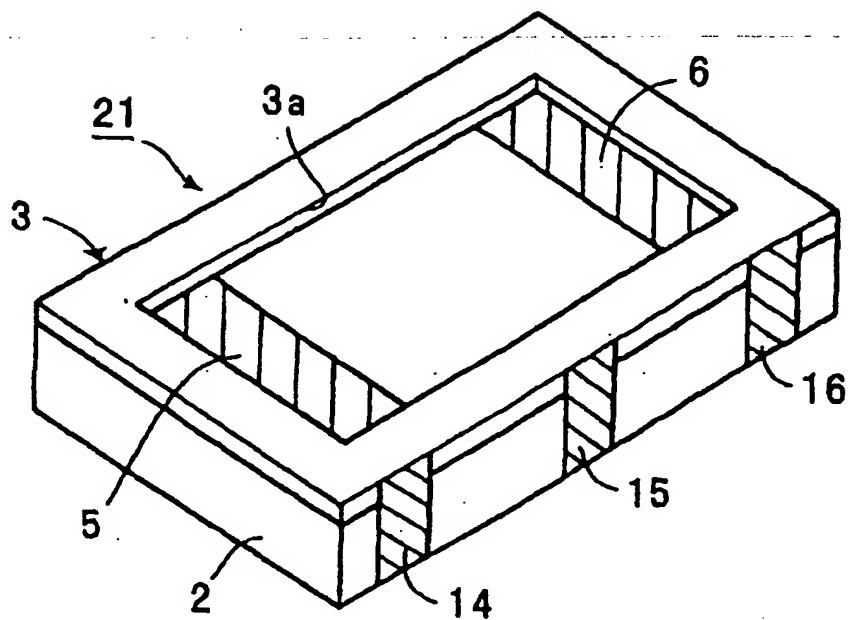


Fig. 5

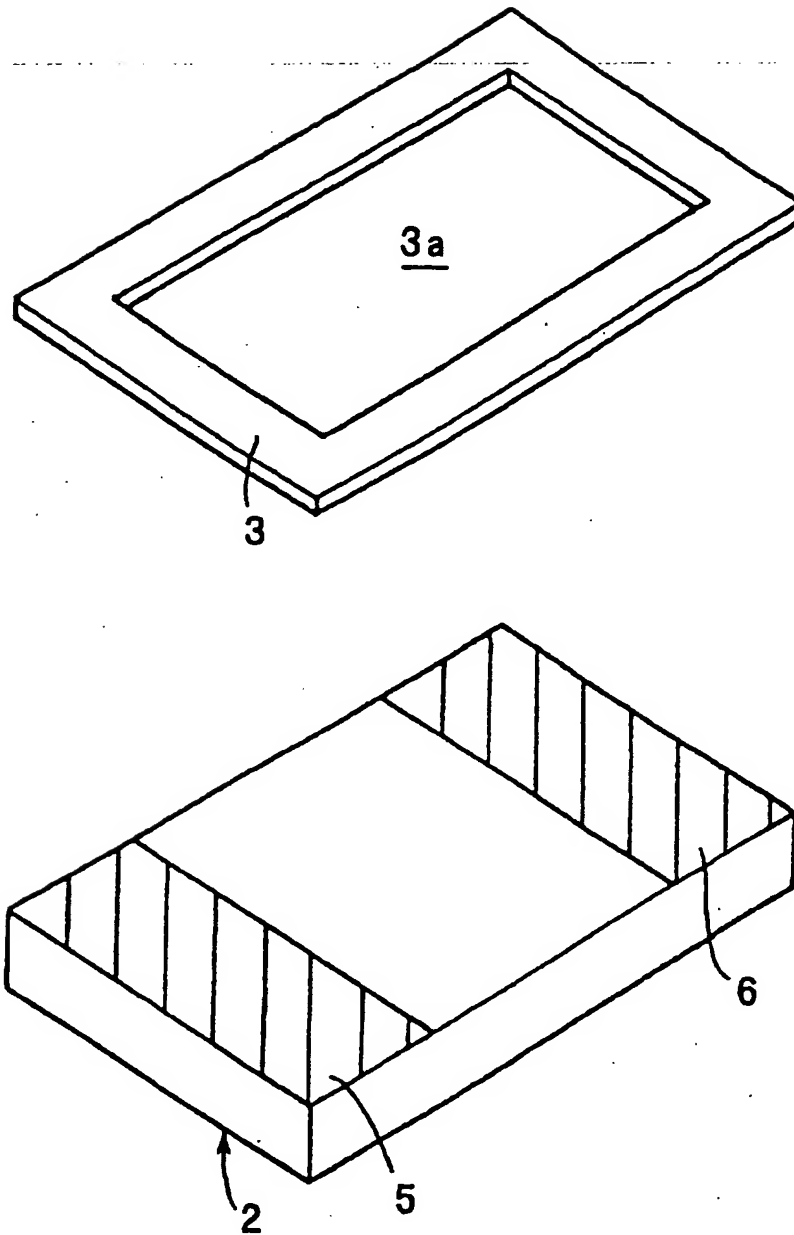


Fig. 6

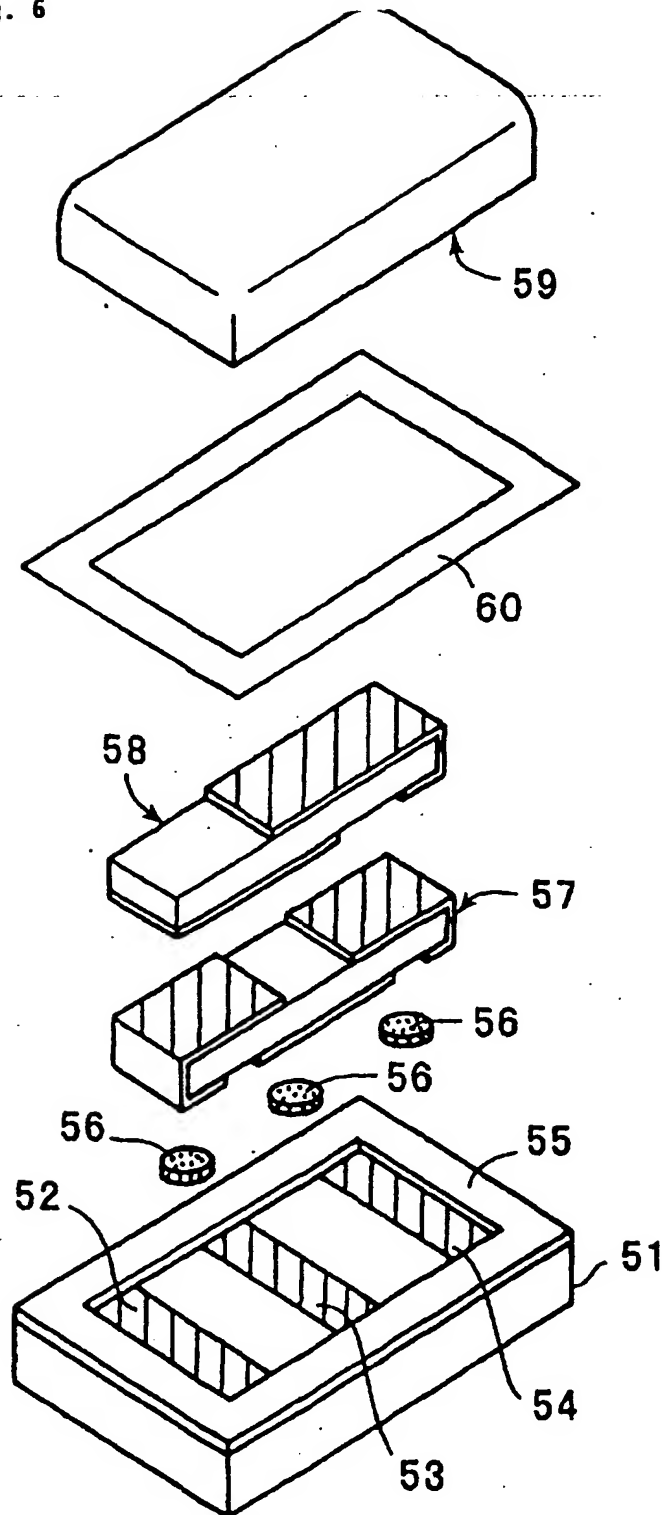
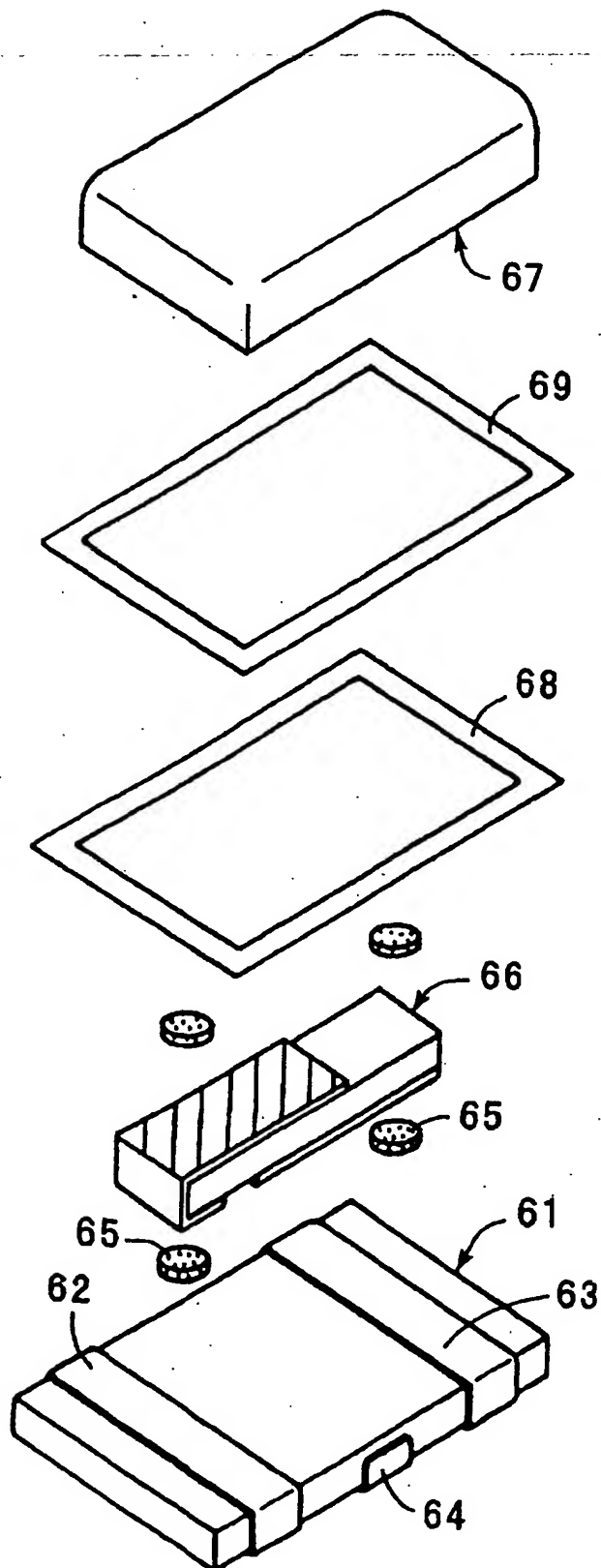


Fig. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**